

An aerial photograph of the University of Konstanz campus, showing various buildings with colorful roofs (red, blue, green) and surrounding greenery. A large blue rectangular box is overlaid on the left side of the image, containing white text and a white 'X' symbol in the top right corner.

Modulhandbuch
Erweiterungsfach
im Master of
Education

Fachbereich Mathematik und Statistik

Stand 28.12.2018

Inhaltsverzeichnis

1	Qualifikationsziele	4
1.1	Fachspezifische Qualifikationsziele	4
1.2	Allgemeine fachdidaktische Qualifikationsziele	4
2	Basismodule	6
2.1	Basismodul Analysis	6
2.1.1	Moduleinheit Analysis I	7
2.1.2	Moduleinheit Analysis II	7
2.2	Basismodul Lineare Algebra	8
2.2.1	Moduleinheit Lineare Algebra I	9
2.2.2	Moduleinheit Lineare Algebra II	10
2.3	Basismodul Numerik	10
2.3.1	Moduleinheit Numerik I	11
3	Aufbaumodule	12
3.1	Aufbaumodul Algebra	12
3.1.1	Moduleinheit Einführung in die Algebra	12
3.2	Aufbaumodul Stochastik	13
3.2.1	Moduleinheit Stochastik für Lehramtskandidaten	14
3.2.2	Moduleinheit Wahrscheinlichkeitstheorie	14
3.2.3	Moduleinheit Statistik	15
3.3	Aufbaumodul Gewöhnliche Differentialgleichungen	16
3.3.1	Moduleinheit Analysis III, Teil 1: Gewöhnliche Differentialgleichungen	16
3.4	Aufbaumodul Funktionentheorie	17
3.4.1	Moduleinheit Funktionentheorie	18
3.5	Aufbaumodul Geometrie	19
3.5.1	Geometrie für Lehramtskandidaten	19
3.6	Fachseminar	20
3.6.1	Moduleinheit Fachseminar	20
4	Wahlmodule	21
4.1	Wahlmodul Statistik	21
4.1.1	Moduleinheit Mathematische Statistik I	21
4.2	Wahlmodul Funktionalanalysis	22
4.2.1	Moduleinheit Funktionalanalysis	23
4.3	Wahlmodul Algebraische Zahlentheorie	24
4.3.1	Moduleinheit Algebraische Zahlentheorie	24
4.4	Wahlmodul Geometrie	25
4.4.1	Geometrie für Lehramtskandidaten II	25
4.5	Wahlmodul Stochastische Prozesse	26
4.5.1	Moduleinheit Stochastische Prozesse	26
4.6	Wahlmodul Partielle Differentialgleichungen I	27
4.6.1	Moduleinheit Theorie und Numerik partieller Differentialgleichungen I	28

4.7	Wahlmodul Praktische Mathematik	28
4.7.1	Moduleinheit Optimierung	29
4.7.2	Moduleinheit Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen	30
5	Fachdidaktik	31
5.1	Fachdidaktik	31
5.1.1	Fachdidaktik I	31
5.2	Fachdidaktik II	32
5.2.1	Fachdidaktik II	32
5.3	Fachdidaktik III	33
5.3.1	Fachdidaktik III	33

1 Qualifikationsziele

Die Studierenden erwerben mathematisches und mathematikdidaktisches Wissen. Sie wenden dieses Wissen bei der Gestaltung, Durchführung und Evaluation von Mathematikunterricht und fächerübergreifenden Unterricht und in der Schulentwicklung an. Sie können mathematische Sachverhalte, auch unter Verwendung geeigneter Medien, sowohl mündlich als auch schriftlich adäquat darstellen und können Bezüge zwischen der Schulmathematik und der universitären Mathematik herstellen. Sie können mathematische Probleme unter Verwendung geeigneter Strategien und Werkzeuge planvoll lösen und mathematische Beweise nachvollziehen und eigenständig entwickeln. Sie können Inhalte und Ziele für den Mathematikunterricht im Hinblick auf die gesellschaftliche Bedeutung des Fachs formulieren und begründen und den allgemeinbildenden Charakter des Faches erläutern. Sie kennen und bewerten Konzepte für schulisches Mathematiklehren und -lernen und können Denkprozesse und Vorstellungen von Schülerinnen und Schülern im Ansatz analysieren und individuelle Lernprozesse daraus ableiten; dabei beziehen sie sich auf theoretische Konzepte und empirische Befunde. Sie können grundlegend Mathematikunterricht auch mit heterogenen Lerngruppen analysieren, planen und durchführen und beziehen sich dabei auf fachdidaktische Konzepte.

1.1 Fachspezifische Qualifikationsziele

Die Studierenden erwerben mathematisches und mathematikdidaktisches Wissen. Sie wenden dieses Wissen bei der Gestaltung, Durchführung und Evaluation von Mathematikunterricht und fächerübergreifenden Unterricht und in der Schulentwicklung an. Sie können mathematische Sachverhalte, auch unter Verwendung geeigneter Medien, sowohl mündlich als auch schriftlich adäquat darstellen und können Bezüge zwischen der Schulmathematik und der universitären Mathematik herstellen. Sie können mathematische Probleme unter Verwendung geeigneter Strategien und Werkzeuge planvoll lösen und mathematische Beweise nachvollziehen und eigenständig entwickeln. Sie können Inhalte und Ziele für den Mathematikunterricht im Hinblick auf die gesellschaftliche Bedeutung des Fachs formulieren und begründen und den allgemeinbildenden Charakter des Faches erläutern. Sie kennen und bewerten Konzepte für schulisches Mathematiklehren und -lernen und können Denkprozesse und Vorstellungen von Schülerinnen und Schülern im Ansatz analysieren und individuelle Lernprozesse daraus ableiten; dabei beziehen sie sich auf theoretische Konzepte und empirische Befunde. Sie können grundlegend Mathematikunterricht auch mit heterogenen Lerngruppen analysieren, planen und durchführen und beziehen sich dabei auf fachdidaktische Konzepte.

1.2 Allgemeine fachdidaktische Qualifikationsziele

Die Studierenden lernen die Fachdidaktik als Wissenschaftsdisziplin mit ihren Arbeits- und Forschungsfeldern Theorie, Empirie und Pragmatik kennen. Dabei verstehen sie, dass die Fachdidaktik als Integrationswissenschaft zwischen der Fachwissenschaft und der Bildungswissenschaft vermittelt, um den Fachunterricht fachlich und pädagogisch-didaktisch sinnvoll zu gestalten wie auch die Ergebnisse des Unterrichts zu reflektieren und zu optimieren. Die Studierenden erwerben die fachdidaktischen Voraussetzungen, um im Referendariat vom Bildungsplan ausgehend selbständig schulischen Unterricht in verschiedenen Lehr-/Lernsettings vorbereiten, durchführen und reflek-

tieren zu können. Die Fachdidaktik-Module bzw. -lehrveranstaltungen vertiefen die didaktischen Kenntnisse der Studierenden und erweitern sie um selbstständige Unterrichtsplanung, deren Erprobung und Reflektion wie auch um die adressatengerechte Aufbereitung curricular relevanter Themen der Fachwissenschaft oder interdisziplinär angelegter Themen für den Unterricht. Ein besonderer Fokus liegt hierbei auf dem Oberstufenunterricht und den Abituranforderungen.

2 Basismodule

Bei allen Moduleinheiten, welche Übungen als Bestandteil besitzen, ist die erfolgreiche Teilnahme an den Übungen eine Bedingung für das erfolgreiche Absolvieren der Moduleinheit. Die erfolgreiche Teilnahme an den Übungen besteht typischerweise aus 50% der Übungspunkte und aktiver Mitarbeit in den Übungsgruppen.

2.1 Basismodul Analysis

Credits	Dauer	SWS	Modulnote	Einordnung
18	2 Semester	12	2 Klausuren	Pflichtmodul

Moduleinheiten:

- Analysis I
- Analysis II

Lernziele:

- Unabdingbare Grundvoraussetzung für das weitere Studium.
- vermittelt Grundlegendes wie Beweistechniken, Kenntnisse über Stetigkeit, Konvergenz, Differenzierbarkeit, Integrale, etc.

Kompetenzen: Die Studierenden

- kennen und verstehen die grundlegenden Begriffe, Aussagen und Methoden der Analysis,
- verstehen Beweistechniken,
- erkennen den Begriff des Grenzwerts als fundamental für die Analysis,
- können einschätzen, welche analytischen Hilfsmittel für welche Problemstellungen zielführend sind,
- sind in der Lage, selbständig Sätze anzuwenden und kleinere Ergänzungen eigenständig zu beweisen,
- verfügen über einen in den Übungen erworbenen sicheren, präzisen und selbständigen Umgang mit den Begriffen, Aussagen und Methoden der Analysis,
- erkennen und nutzen Querverbindungen zu den anderen beiden Basismodulen,
- haben die Fähigkeit vervollkommenet, sich durch Selbststudium Wissen anzueignen und
- verfügen über gesteigerte Kompetenzen im Bereich des Präsentierens und Kommunizierens durch das Vortragen der eigenen Lösungen in den Übungen.

2.1.1 Moduleinheit Analysis I

Credits	Lehrform	Prüfungsleistung	Voraussetzung	Sprache
9	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung 4 SWS • Übung 2 SWS 	<ul style="list-style-type: none"> • Klausur • erfolgreiche Teilnahme an den Übungen 	keine	Deutsch

Empfohlenes Semester: 1. Semester

Zuständig: Dozenten des Schwerpunktes „Analysis und Numerik“ und der Differentialgeometrie

Häufigkeit des Angebots: jährlich (Wintersemester)

Lehrinhalte:

- Mengen, Abbildungen, Elemente der Logik
- Zahlbereiche: reelle Zahlen, komplexe Zahlen
- Folgen, Reihen, Grenzwerte
- Potenzreihen, gleichmäßige Konvergenz
- Elemente der Topologie und Funktionalanalysis: metrische Räume, kompakte Mengen/Räume
- Stetigkeit und Differenzierbarkeit in einer Variablen

Themen, die in Analysis I oder Analysis II behandelt werden

- Stetigkeit in mehreren Variablen oder in metrischen Räumen
- Integration: Regelintegral oder Riemannintegral, Vertauschung von Grenzprozessen, Transformationssatz
- Taylorreihen

Arbeitsaufwand: 270 h

- Präsenzstudium (Vorlesung und Übung) $14 \times 4,5 \text{ h} = 63 \text{ h}$
- Vor- und Nachbereitung $14 \times 3 \text{ h} = 42 \text{ h}$
- Übungsaufgaben $14 \times 9 \text{ h} = 126 \text{ h}$
- Klausurvorbereitung: 39 h

Betreuung der Studierenden:

- 1 Dozent/Dozentin
- 1 Tutor/Tutorin (meist studentischer Mitarbeiter/studentische Mitarbeiterin) auf 15-20 Studierende

2.1.2 Moduleinheit Analysis II

Credits	Lehrform	Prüfungsleistung	Voraussetzung	Sprache
9	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung 4 SWS • Übung 2 SWS 	<ul style="list-style-type: none"> • Klausur • erfolgreiche Teilnahme an den Übungen 	<ul style="list-style-type: none"> • Analysis I • Lineare Algebra I 	Deutsch

Empfohlenes Semester: 2. Semester

Zuständig: Dozenten des Schwerpunktes „Analysis und Numerik“ und der Differentialgeometrie

Häufigkeit des Angebots: jährlich (Sommersemester)

Lehrinhalte:

- Differenzieren im \mathbb{R}^n
- lokale Umkehrbarkeit, Banachscher Fixpunktsatz, Satz über implizite Funktionen
- Extrema unter Nebenbedingungen

Die folgenden Themen können in den Teilmodulen Analysis I oder Analysis II optional behandelt werden:

- Kardinalität
- Fourierreihen
- Metrische Räume: Zusammenhang, Produkträume
- Jordaninhalt
- Integration: Satz von Fubini
- Kurven und Flächen, Kurvenintegrale, Integration auf Untermannigfaltigkeiten
- Zerlegung der Eins, Integralsätze von Gauß und/oder Stokes

Falls die letzten beiden Punkte nicht in Analysis I oder II behandelt werden, sind sie Gegenstand von Analysis III, Teil Maß- und Integrationstheorie.

Arbeitsaufwand: 270 h

- Präsenzstudium (Vorlesung und Übung) $14 \times 4,5 \text{ h} = 63 \text{ h}$
- Vor- und Nachbereitung $14 \times 3 \text{ h} = 42 \text{ h}$
- Übungsaufgaben $14 \times 9 \text{ h} = 126 \text{ h}$
- Klausurvorbereitung: 39 h

Betreuung der Studierenden:

- 1 Dozent/Dozentin
- 1 Tutor/Tutorin (meist studentischer Mitarbeiter/studentische Mitarbeiterin) auf 15-20 Studierende

2.2 Basismodul Lineare Algebra

Credits	Dauer	SWS	Modulnote	Einordnung
18	2 Semester	12	2 Klausuren	Pflichtmodul

Moduleinheiten:

- Lineare Algebra I
- Lineare Algebra II

Lernziele:

Ziele des Moduls sind die Vertrautheit mit den theoretischen und praktischen Grundlagen und den grundlegenden Algorithmen der linearen Algebra. Auf diesen Techniken bauen nahezu alle Teile der Mathematik und ihrer Anwendungen auf. Deshalb steht dieses Modul am Beginn des Studiums.

Kompetenzen: Die Studierenden

- kennen grundlegende abstrakte mengentheoretische und algebraische Strukturen und Konstruktionen,
- verstehen die axiomatische Methode und die Prinzipien der mathematischen Strenge,
- sind in der Lage, abstrakte Sätze und Methoden auf konkrete mathematische Probleme anzuwenden,
- analysieren lineare geometrische Sachverhalte mit abstrakten algebraischen und konkreten rechnerischen Methoden,
- können einfachere Aussagen aus der linearen Algebra selbstständig beweisen,
- sind in der Lage, die Richtigkeit komplexerer Aussagen aus der linearen Algebra zu rechtfertigen.

2.2.1 Moduleinheit Lineare Algebra I

Credits	Lehrform	Prüfungsleistung	Voraussetzung	Sprache
9	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung 4 SWS • Übung 2 SWS 	<ul style="list-style-type: none"> • Klausur • erfolgreiche Teilnahme an den Übungen 	keine	Deutsch

Empfohlenes Semester: 1. Semester

Zuständig: Dozenten des Schwerpunktes „Reelle Geometrie und Algebra“ und der Differentialgeometrie

Häufigkeit des Angebots: jährlich (Wintersemester)

Lehrinhalte:

- Theoretische und praktische Grundlagen der linearen Algebra
- Mengen und Abbildungen, Gruppen, Ringe, Körper, Vektorräume, Matrizenkalkül, Determinante, Eigenwerte, charakteristisches Polynom, Skalarprodukte

Arbeitsaufwand: 270 h

- Präsenzstudium (Vorlesung und Übung) $14 \times 4,5 \text{ h} = 63 \text{ h}$
- Vor- und Nachbereitung $14 \times 3 \text{ h} = 42 \text{ h}$
- Übungsaufgaben $14 \times 9 \text{ h} = 126 \text{ h}$
- Klausurvorbereitung: 39 h

Betreuung der Studierenden:

- 1 Dozent/Dozentin
- 1 Tutor/Tutorin (meist studentischer Mitarbeiter/studentische Mitarbeiterin) auf 15-20 Studierende

2.2.2 Moduleinheit Lineare Algebra II

Credits	Lehrform	Prüfungsleistung	Voraussetzung	Sprache
9	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung 4 SWS • Übung 2 SWS 	<ul style="list-style-type: none"> • Klausur • erfolgreiche Teilnahme an den Übungen 	Lineare Algebra I	Deutsch

Empfohlenes Semester: 2. Semester

Zuständig: Dozenten des Schwerpunktes „Reelle Geometrie und Algebra“ und der Differentialgeometrie

Häufigkeit des Angebots: jährlich (Sommersemester)

Lehrinhalte: Jordansche Normalform, bilineare und multilineare Abbildungen, quadratische und alternierende Formen, Sylvestersignatur, Orthonormalisierung, orthogonale und unitäre Abbildungen, selbstadjungierte und normale Abbildungen, Spektralsatz

Arbeitsaufwand: 270 h

- Präsenzstudium (Vorlesung und Übung) $14 \times 4,5 \text{ h} = 63 \text{ h}$
- Vor- und Nachbereitung $14 \times 3 \text{ h} = 42 \text{ h}$
- Übungsaufgaben $14 \times 9 \text{ h} = 126 \text{ h}$
- Klausurvorbereitung: 39 h

Betreuung der Studierenden:

- 1 Dozent/Dozentin
- 1 Tutor/Tutorin (meist studentischer Mitarbeiter/studentische Mitarbeiterin) auf 15-20 Studierende

2.3 Basismodul Numerik

Credits	Dauer	SWS	Modulnote	Einordnung
9	1 Semester	6	1 Klausur	Pflichtmodul

Moduleinheiten:

- Numerik I

Lernziele:

In diesem Modul werden Grundlagen der angewandten und numerischen Mathematik vermittelt. Dazu gehört einerseits das Aufstellen mathematischer Modelle zur Beschreibung von außermathematischen Zusammenhängen und Gesetzmäßigkeiten sowie das praktische Lösen von grundlegenden mathematischen Fragestellungen aus Analysis und linearer Algebra mit Hilfe des Computers. Da für Projekte im Bereich der angewandten Mathematik die Kombination von sorgfältiger Problembeschreibung mit mathematischer Analyse der resultierenden Struktur und mit der Entwicklung angepasster numerischer Lösungsmethoden charakteristisch ist, haben die hier vermittelten Kompetenzen eine große Bedeutung für die mathematische Arbeit in der beruflichen Praxis.

Kompetenzen: Die Studierenden

- sind in der Lage, mathematische Modelle zu Fragestellungen aus verschiedenen Wissensgebieten präzise zu formulieren und mit Hilfe numerischer Lösungsmethoden am Computer zu simulieren,
- erwerben die Fähigkeit, mathematische Modelle zu lesen und zu interpretieren, sowie Über- oder Unterbestimmtheiten zu erkennen.
- verfügen über Kenntnisse wichtiger Programmpakete wie Matlab, Maple und Latex. Sie kennen elementare Algorithmen für die Grundaufgaben der Numerik und können diese am Rechner umsetzen,
- können verschiedene Algorithmen zu einer Problemlösung analysieren und hinsichtlich des Rechenaufwandes (Komplexität) und der Rundungsfehlereinflüsse (Stabilität) beurteilen.

2.3.1 Moduleinheit Numerik I

Credits	Lehrform	Prüfungsleistung	Voraussetzung	Sprache
9	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung 4 SWS • Übung 2 SWS 	<ul style="list-style-type: none"> • Klausur • erfolgreiche Teilnahme an den Übungen 	Basismodul Analysis, Lineare Algebra I, Computereinsatz in der Mathematik	Deutsch

Empfohlenes Semester: 3. Semester

Zuständig: Dozenten des Schwerpunktes „Analysis und Numerik“

Häufigkeit des Angebots: jährlich (Wintersemester)

Lehrinhalte: Interpolation, Nullstellenverfahren (ein- und mehrdimensional), lineare Gleichungssysteme (direkte und indirekte Verfahren), linearer Ausgleich, lineare Optimierung, Minimierung, Eigenwertaufgaben, numerische Integration, explizite Verfahren für gewöhnliche Differentialgleichungen, Stabilitäts- und Störungsfragen.

Arbeitsaufwand: 270 h

- Präsenzstudium (Vorlesung und Übung) $14 \times 4,5 \text{ h} = 63 \text{ h}$
- Vor- und Nachbereitung $14 \times 3 \text{ h} = 42 \text{ h}$
- Übungsaufgaben $14 \times 9 \text{ h} = 126 \text{ h}$
- Klausurvorbereitung: 39 h

Betreuung der Studierenden:

- 1 Dozent/Dozentin
- 1 Tutor/Tutorin (meist studentischer Mitarbeiter/studentische Mitarbeiterin) auf 15-20 Studierende

3 Aufbaumodule

3.1 Aufbaumodul Algebra

Credits	Dauer	SWS	Modulnote	Einordnung
9	1 Semester	6	Klausur	Pflichtmodul

Moduleinheiten:

- Einführung in die Algebra

Lernziele:

Ziel ist die Vertrautheit mit den algebraischen Grundstrukturen Gruppen, Ringe, Körper. Auf diesen bauen die algebraisierbaren Teile der Mathematik auf. Der Inhalt des Moduls wird in allen höheren algebraischen oder geometrischen Vorlesungen gebraucht, ebenso in modernen Anwendungen (z.B. Codierungstheorie, Kryptographie) oder in der theoretischen Physik.

Kompetenzen: Die Studierenden

- kennen grundlegende abstrakte gruppen-, modul- und körpertheoretische Strukturen und Modelle,
- verstehen die Theorie der Moduln über einen Ring als Verallgemeinerung der Theorie der Vektorräume über einen Körper,
- wenden abstrakte Sätze und Methoden der Gruppen-, Modul- und Körpertheorie auf konkrete mathematische Probleme an,
- sind in der Lage, polynomiale geometrische Sachverhalte mit abstrakten algebraischen und algorithmischen Methoden zu analysieren,
- können die Hauptaussagen der Gruppen-, Modul- und Körpertheorie selbständig beweisen,
- sind in der Lage, die Richtigkeit einer Aussage mit einem Beweis zu rechtfertigen oder mit Gegenbeispielen zu widerlegen.

3.1.1 Moduleinheit Einführung in die Algebra

Credits	Lehrform	Prüfungsleistung	Voraussetzung	Sprache
9	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung 4 SWS • Übung 2 SWS 	<ul style="list-style-type: none"> • Klausur • erfolgreiche Teilnahme an den Übungen 	Basismodul Lineare Algebra	Deutsch

Empfohlenes Semester: 3. Semester

Zuständig: Dozenten des Schwerpunktes „Reelle Geometrie und Algebra“

Häufigkeit des Angebots: jährlich (Wintersemester)

Lehrinhalte: Grundlagen der kommutativen Ringe, der Gruppentheorie, der Körpertheorie und der Galoistheorie

Arbeitsaufwand: 270 h

- Präsenzstudium (Vorlesung und Übung) $14 \times 4,5 \text{ h} = 63 \text{ h}$
- Vor- und Nachbereitung $14 \times 3 \text{ h} = 42 \text{ h}$
- Übungsaufgaben $14 \times 9 \text{ h} = 126 \text{ h}$
- Klausurvorbereitung: 39 h

Betreuung der Studierenden:

- 1 Dozent/Dozentin
- 1 Tutor/Tutorin (meist studentischer Mitarbeiter/studentische Mitarbeiterin) auf 15-20 Studierende

3.2 Aufbaumodul Stochastik

Credits	Dauer	SWS	Modulnote	Einordnung
9	1 Semester	6	Klausuren	Pflichtmodul

Moduleinheiten:

- Stochastik für Lehramtskandidaten
oder
- Wahrscheinlichkeitstheorie
- Statistik

Lernziele:

- Dem Zufall unterworfenen Phänomene sind allgegenwärtig. Das Modul stellt die grundlegenden mathematischen Werkzeuge zur Beschreibung zufälliger Vorgänge zur Verfügung und ermöglicht es somit, Gesetzmäßigkeiten zufälliger Prozesse zu beschreiben und aus Beobachtungen abzuleiten.
- Grundlagen der Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik.
- Die Veranstaltung vermittelt die mathematischen Fähigkeiten, die es den Studierenden ermöglicht, stochastische dynamische Systeme zu modellieren und Aussagen aus diesen herzuleiten, um reale zufällige Systeme modellieren zu können und Aussagen daraus zu gewinnen.

Kompetenzen: Die Studierenden

- können grundlegende mathematische Werkzeuge zur Beschreibung zufälliger Vorgänge anwenden,
- lernen Grundlagen der Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik kennen und können diese differenziert anwenden,
- sind in der Lage, unter Anwendung der gelernten stochastischen Konzepte Ergebnisse zu ermitteln und diese zu beurteilen.

3.2.1 Moduleinheit Stochastik für Lehramtskandidaten

Credits	Lehrform	Prüfungsleistung	Voraussetzung	Sprache
9	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung 4 SWS • Übung 2 SWS 	<ul style="list-style-type: none"> • Klausur • erfolgreiche Teilnahme an den Übungen 	Basismodule Analysis, Basismodul Lineare Algebra	Deutsch

Empfohlenes Semester: 4. Semester

Zuständig: Dozenten des Schwerpunktes „Stochastik“

Häufigkeit des Angebots: alle 2 Jahre (Sommersemester)

Lehrinhalte: Kombinatorik, Axiome der Wahrscheinlichkeitsrechnung, Bedingte Wahrscheinlichkeit und Unabhängigkeit, Zufallsvariablen, Absolutstetige Verteilungen, Gemeinsame Verteilung von Zufallsvariablen, Grenzwertsätze, Statistik

Arbeitsaufwand: 270 h

- Präsenzstudium (Vorlesung und Übung) $14 \times 4,5 \text{ h} = 63 \text{ h}$
- Vor- und Nachbereitung $14 \times 3 \text{ h} = 42 \text{ h}$
- Übungsaufgaben $14 \times 9 \text{ h} = 126 \text{ h}$
- Klausurvorbereitung: 39 h

Betreuung der Studierenden:

- 1 Dozent/Dozentin
- 1 Tutor/Tutorin (meist studentischer Mitarbeiter/studentische Mitarbeiterin) auf 15-20 Studierende

3.2.2 Moduleinheit Wahrscheinlichkeitstheorie

Credits	Lehrform	Prüfungsleistung	Voraussetzung	Sprache
4,5	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung 2 SWS • Übung 1 SWS 	<ul style="list-style-type: none"> • Klausur • 5erfolgreiche Teilnahme an den Übungen 	Basismodule Analysis, Aufbaumodul Analysis (Maßtheorie), Basismodul Lineare Algebra	Deutsch

Empfohlenes Semester: 4. Semester

Zuständig: Dozenten des Schwerpunktes „Stochastik“

Häufigkeit des Angebots: jährlich (Sommersemester)

Lehrinhalte:

- Kolmogorovsche Axiome, Unabhängigkeit, bedingte Wahrscheinlichkeiten, Zufallsvariablen
- Konvergenzarten der Stochastik, charakteristische Funktionen

- Gesetz der großen Zahlen, zentraler Grenzwertsatz.

Arbeitsaufwand: 135 h

- Präsenzstudium (Vorlesung und Übung) $7 \times 4,5 \text{ h} = 31,5 \text{ h}$
- Vor- und Nachbereitung $7 \times 3 \text{ h} = 21 \text{ h}$
- Übungsaufgaben $7 \times 9 \text{ h} = 63 \text{ h}$
- Klausurvorbereitung: 19,5 h

Betreuung der Studierenden:

- 1 Dozent/Dozentin
- 1 Tutor/Tutorin (meist studentischer Mitarbeiter/studentische Mitarbeiterin) auf 15-20 Studierende

3.2.3 Moduleinheit Statistik

Credits	Lehrform	Prüfungsleistung	Voraussetzung	Sprache
4,5	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung 2 SWS • Übung 1 SWS 	<ul style="list-style-type: none"> • Klausur • erfolgreiche Teilnahme an den Übungen 	Basismodul Analysis, Aufbaumodul Analysis (Maßtheorie), Basismodul Lineare Algebra	Deutsch

Empfohlenes Semester: 3. Semester

Zuständig: Dozenten des Schwerpunktes „Stochastik“

Häufigkeit des Angebots: jährlich (Sommersemester)

Lehrinhalte:

- Deskriptive Statistik: Grafische, tabellarische und numerische Methoden der uni- und multivariaten Statistik
- Induktive Statistik: wichtige Verteilungen, statistisches Schätzen, Vertrauensintervalle, Maximum Likelihood Schätzung, Statistisches Testen

Arbeitsaufwand: 135 h

- Präsenzstudium (Vorlesung und Übung) $14 \times 3 \text{ h} + 7 \times 1,5 \text{ h} = 52,5 \text{ h}$
- Vor- und Nachbereitung $14 \times 1,5 \text{ h} = 21 \text{ h}$
- Übungsaufgaben $7 \times 6 \text{ h} = 42 \text{ h}$
- Klausurvorbereitung: 19,5 h

Betreuung der Studierenden:

- 1 Dozent/Dozentin
- 1 Tutor/Tutorin (meist studentischer Mitarbeiter/studentische Mitarbeiterin) auf 15-20 Studierende

3.3 Aufbaumodul Gewöhnliche Differentialgleichungen

Credits	Dauer	SWS	Modulnote	Einordnung
4,5	0,5 Semester	6	Klausur	Flexibilisierungsmodul

Moduleinheiten:

- Analysis III, Teil 1: Gewöhnliche Differentialgleichungen

Lernziele:

- Die Studierenden sollen einen Einblick in die Theorie gewöhnlicher Differentialgleichungen gewinnen, Lösungsmethoden und abstrakte Ansätze zur Lösbarkeit kennenlernen und umsetzen, sowie einen modernen Zugang zur Maß- und Integrationstheorie (allgemeines Lebesgue-Integral) lernen und anwenden können.
- Dieses Modul stellt grundlegende Kenntnisse für die anschließenden Vertiefungsmodule bereit und ist insbesondere für weiterführende Vorlesungen in den Bereichen Theorie partieller Differentialgleichungen und Numerik gewöhnlicher und partieller Differentialgleichungen.
- Gewöhnliche Differentialgleichungen treten in vielen Anwendungen in Naturwissenschaft und Technik wie auch in der Finanzmathematik und Volkswirtschaftslehre auf. Für eine berufliche Tätigkeit in diesen Bereichen sind die in diesem Modul vermittelten Kenntnisse notwendig.

Kompetenzen: Die Studierenden

- kennen und verstehen die grundlegenden Begriffe, Aussagen und Methoden der Theorie gewöhnlicher Differentialgleichungen,
- verfügen über weiterentwickelte Fähigkeiten im präzisen Formulieren mathematischer Sachverhalte und im logisch korrekten Begründen von fachlichen Zusammenhängen,
- können Ergebnisse der Analysis und Linearen Algebra einsetzen, um Probleme aus der Theorie gewöhnlicher Differentialgleichungen zu lösen,
- haben die Bedeutung von gewöhnlichen Differentialgleichungen für verschiedene Anwendungskontexte verstanden,
- sind in der Lage, verschiedene Lösungsmethoden einzusetzen und das qualitative Verhalten von Lösungen zu untersuchen und zu begründen.

3.3.1 Moduleinheit Analysis III, Teil 1: Gewöhnliche Differentialgleichungen

Credits	Lehrform	Prüfungsleistung	Voraussetzung	Sprache
4,5	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung 2 SWS • Übung 1 SWS (als 4+2-Veranstaltung in der ersten Semesterhälfte) 	<ul style="list-style-type: none"> • Klausur über Analysis III • erfolgreiche Teilnahme an den Übungen 	Basismodul Analysis, Lineare Algebra I	Deutsch

Empfohlenes Semester: ab 3. Semester

Zuständig: Dozenten des Schwerpunktes „Analysis und Numerik“ und der Differentialgeometrie

Häufigkeit des Angebots: jährlich (Wintersemester)

Lehrinhalte:

- Existenzsatz von Picard-Lindelöf
- Eindeutigkeit: Lemma von Gronwall
- Lösungsmethoden für lineare Systeme
- qualitative Aspekte: Stabilität

Optionale Themen sind:

- Lösungsmethoden für spezielle Gleichungen
- qualitative Aspekte: Phasenporträts, eindimensionale Vergleichssätze
- Maximaler Fluss
- Parameterabhängige Differentialgleichungen
- Satz von Arzelà-Ascoli, Existenzsatz von Peano
- Rand- und Eigenwertaufgaben: Existenz und Eindeutigkeit, Greensche Funktion, Eigenwertaufgaben

Arbeitsaufwand: 135 h

- Präsenzstudium (Vorlesung und Übung) $7 \times 4,5 \text{ h} = 31,5 \text{ h}$
- Vor- und Nachbereitung $7 \times 3 \text{ h} = 21 \text{ h}$
- Übungsaufgaben $7 \times 9 \text{ h} = 63 \text{ h}$
- Klausurvorbereitung: 19,5 h

Betreuung der Studierenden:

- 1 Dozent/Dozentin
- 1 Tutor/Tutorin (meist studentischer Mitarbeiter/studentische Mitarbeiterin) auf 15-20 Studierende

3.4 Aufbaumodul Funktionentheorie

Credits	Dauer	SWS	Modulnote	Einordnung
4,5	1 Semester	3	Klausur oder mündliche Prüfung	Flexibilisierungsmodul

Moduleinheiten:

- Funktionentheorie

Lernziele:

Das Ziel ist es, charakteristische Eigenschaften von Funktionen einer komplexen Veränderlichen kennenzulernen und spezielle Methoden als Werkzeuge einzusetzen.

Dieses Modul ist grundlegend für viele Bereiche der Mathematik und daher verpflichtend.

Kompetenzen: Die Studierenden

- kennen und verstehen die grundlegenden Begriffe, Aussagen und Methoden der Funktionentheorie,

- verfügen über weiterentwickelte Fähigkeiten im präzisen Formulieren mathematischer Sachverhalte und im logisch korrekten Begründen von fachlichen Zusammenhängen,
- verstehen, wie die Funktionentheorie ein vertieftes Verständnis von Resultaten der reellen Analysis ermöglicht und zu zentralen Ergebnissen der Algebra beiträgt.

3.4.1 Moduleinheit Funktionentheorie

Credits	Lehrform	Prüfungsleistung	Voraussetzung	Sprache
4,5	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung 2 SWS • Übung 1 SWS 	<ul style="list-style-type: none"> • Klausur oder mündliche Prüfung • erfolgreiche Teilnahme an den Übungen 	Basismodule, Analysis III	Deutsch

Empfohlenes Semester: ab 4. Semester

Zuständig: Dozenten des Schwerpunktes „Analysis und Numerik“ und der Differentialgeometrie

Häufigkeit des Angebots: jährlich (Sommersemester)

Lehrinhalte:

- Komplexe Differenzierbarkeit
- Cauchy-Riemannsche Differentialgleichungen
- Cauchysche Integralformel (unterschiedliche Varianten),
- Satz von Liouville,
- Fundamentalsatz der Algebra,
- Darstellung als Potenzreihe,
- Satz von Morera,
- Spiegelungsprinzip,
- einfach zusammenhängende Gebiete,
- Existenz einer Stammfunktion,
- isolierte Singularitäten,
- Residuensatz mit Anwendungen auf Integrale.

Optionale Inhalte sind:

- Satz von der offenen Abbildung
- konforme Abbildungen und Riemannscher Abbildungssatz.

Arbeitsaufwand: 135 h

- Präsenzstudium (Vorlesung und Übung) $14 \times 3 + 7 \times 1,5 \text{ h} = 52,5 \text{ h}$
- Vor- und Nachbereitung $14 \times 1,5 \text{ h} = 21 \text{ h}$
- Übungsaufgaben $7 \times 6 \text{ h} = 42 \text{ h}$
- Klausurvorbereitung: 19,5 h

Betreuung der Studierenden:

- 1 Dozent/Dozentin
- 1 Tutor/Tutorin (meist studentischer Mitarbeiter/studentische Mitarbeiterin) auf 15-20 Studierende

3.5 Aufbaumodul Geometrie

Credits	Dauer	SWS	Modulnote	Einordnung
4,5	1 Semester	3	<ul style="list-style-type: none"> • Klausur oder mündliche Prüfung • erfolgreiche Teilnahme an den Übungen 	Flexibilisierungsmodul

Moduleinheiten:

- Geometrie für Lehramtskandidaten I oder
- Algorithmische Algebraische Geometrie 1. Hälfte oder
- Gewöhnliche Differentialgleichungen mit geometrischen Anwendungen 1. Hälfte

Zu den Inhalten der Algorithmischen Algebraischen Geometrie und der Gewöhnlichen Differentialgleichungen mit geometrischen Anwendungen siehe Modulhandbuch Bachelor Mathematik.

Lernziele:

In diesem Modul sollen die Studierenden die grundlegenden Ergebnisse und Methoden der euklidischen Geometrie kennenlernen und diese zielgerichtet anwenden können. Sie sollen dazu in der Lage sein, auch komplexere geometrische Probleme zu lösen. Darüberhinaus kennen sie Gemeinsamkeiten und Unterschiede der euklidischen, sphärischen und hyperbolischen Geometrie und können insbesondere die Rolle des euklidischen Parallelenaxioms auch im Hinblick auf den mathemathikhistorischen Hintergrund einschätzen.

3.5.1 Geometrie für Lehramtskandidaten

Credits	Lehrform	Prüfungsleistung	Voraussetzung	Sprache
4,5	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung 1,5 SWS • Übung 1 SWS 	<ul style="list-style-type: none"> • Klausur oder mündliche Prüfung • erfolgreiche Teilnahme an den Übungen 	Basismodule, Kenntnisse in Funktionentheorie sind hilfreich	Deutsch

Empfohlenes Semester: ab 4. Semester

Zuständig: Dr. Florian Berchtold

Häufigkeit des Angebots: jährlich im Sommersemester

Lehrinhalte:

- Synthetische Euklidische Geometrie
- Analytische Euklidische Geometrie
- Sphärische Geometrie
- Hyperbolische Geometrie

Arbeitsaufwand: 135 h

- Präsenzstudium (Vorlesung und Übung) $14 \times 3 + 7 \times 1,5 \text{ h} = 52,5 \text{ h}$
- Vor- und Nachbereitung $14 \times 1,5 \text{ h} = 21 \text{ h}$
- Übungsaufgaben $7 \times 6 \text{ h} = 42 \text{ h}$
- Klausurvorbereitung: 19,5 h

Betreuung der Studierenden:

- 1 Dozent/Dozentin
- 1 Tutor/Tutorin (meist studentischer Mitarbeiter/studentische Mitarbeiterin) auf 15-20 Studierende

3.6 Fachseminar

Credits	Dauer	SWS	Modulnote	Einordnung
4,5	1 Semester	2	Unbenotet oder gemäß Bewertung des mündlichen Vortrags	Flexibilisierungsmodul

Moduleinheiten:

- Fachseminar

Lernziele:

Nach Ankündigung des Veranstalters

3.6.1 Moduleinheit Fachseminar

Credits	Lehrform	Prüfungsleistung	Voraussetzung	Sprache
4,5	2 SWS	Mündlicher Vortrag und gegebenenfalls schriftliche Ausarbeitung	Basismodule Analysis und Lineare Algebra	Deutsch

Empfohlenes Semester: ab 5. Semester

Zuständig: Dozenten des Fachbereichs

Häufigkeit des Angebots: jährlich

Lehrinhalte: Nach Ankündigung des Veranstalters/der Veranstalterin

Arbeitsaufwand:

- 20 h Präsenzzeit
- 115 h Selbststudium

Betreuung der Studierenden: 1 Dozent/Dozentin und/oder 1 Mitarbeiter/Mitarbeiterin

4 Wahlmodule

4.1 Wahlmodul Statistik

Credits	Dauer	SWS	Modulnote	Einordnung
9	1 Semester	6	Klausur oder mündliche Prüfung	Wahlmodul im Master

Moduleinheiten:

- Mathematische Statistik I

Lernziele:

Die Studierenden erhalten einen Überblick über Situationen, in denen gleichmäßig beste (unverfälschte) Tests existieren. Sie kennen grundlegende Aussagen zur Asymptotik von Maximum-Likelihood-Schätzern und Likelihood-Ratio-Tests.

4.1.1 Moduleinheit Mathematische Statistik I

Credits	Lehrform	Prüfungsleistung	Voraussetzung	Sprache
9	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung 4 SWS • Übung 2 SWS 	<ul style="list-style-type: none"> • Klausur oder mündliche Prüfung • erfolgreiche Teilnahme an den Übungen 	Aufbaumodul Stochastik	Deutsch

Empfohlenes Semester: ab 1. Semester Master

Zuständig: Dozenten des Schwerpunkts „Stochastik“

Häufigkeit des Angebots: jährlich (Wintersemester)

Lehrinhalte:

- Gleichmäßig beste Tests und gleichmäßig beste unverfälschte Tests für Standard-Hypothesen, Tests mit Störparametern
- Exponentialfamilien
- Konvergenz in Verteilung, Delta-Methode, Ordnungsstatistiken
- Existenz und asymptotische Normalität von Maximum-Likelihood-Schätzern
- Maximum-Likelihood-Schätzer bei Exponentialfamilien
- Asymptotik von Likelihood-Ratio-Tests

Arbeitsaufwand: 270 h

- Präsenzstudium (Vorlesung und Übung) $14 \times 4,5 \text{ h} = 63 \text{ h}$
- Vor- und Nachbereitung $14 \times 3 \text{ h} = 42 \text{ h}$
- Übungsaufgaben $14 \times 9 \text{ h} = 126 \text{ h}$
- Klausurvorbereitung: 39 h

Betreuung der Studierenden:

- 1 Dozent/Dozentin
- 1 Tutor/Tutorin (meist studentischer Mitarbeiter/studentische Mitarbeiterin) auf 15-20 Studierende

4.2 Wahlmodul Funktionalanalysis

Credits	Dauer	SWS	Modulnote	Einordnung
9	1 Semester	6	Klausur oder mündliche Prüfung	Wahlmodul im Master

Moduleinheiten:

- Funktionalanalysis

Es ist auch möglich, sich nur den ersten Teil der Vorlesung für 4,5 ECTS oder Funktionalanalysis für Finanzmathematik zu belegen.

Lernziele:

- Das Ziel ist es, grundlegende Kenntnisse in der Theorie von Abbildungen zwischen allgemeinen metrischen und normierten Räumen zu erwerben, welche insbesondere für Studien in Analysis und Numerik wesentlich sind.
- Die in diesem Modul vermittelten Kenntnisse sind fundamental für Vorlesungen in den Bereichen Analysis und Numerik, insbesondere für Vorlesungen über partielle Differentialgleichungen in Bachelor und Master.
- Funktionalanalytische Methoden sollen kennengelernt und angewendet werden, wobei abstrakte Zugänge zu konkreten Fragestellungen (etwa Differentialgleichungen) im Vordergrund stehen. Als Metaziel soll die Abstraktion als entscheidendes Werkzeug zur Vereinfachung und Durchsichtigkeit erkannt werden.
- Abstraktionsvermögen ist eine entscheidende Fähigkeit eines Mathematikers im Beruf und zeichnet ihn aus. Daher ist dieses Modul sehr berufsrelevant, wobei mehr die Methodik als die konkreten Kenntnisse wichtig ist.

4.2.1 Moduleinheit Funktionalanalysis

Credits	Lehrform	Prüfungsleistung	Voraussetzung	Sprache
9	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung 4 SWS • Übung 2 SWS 	<ul style="list-style-type: none"> • Klausur oder mündliche Prüfung • erfolgreiche Teilnahme an den Übungen 	Basismodule, Aufbaumodul Analysis, günstig: Funktionentheorie	Deutsch

Empfohlenes Semester: ab 2. Semester Master

Zuständig: Dozenten des Schwerpunktes „Analysis und Numerik“

Häufigkeit des Angebots: jährlich (Sommersemester)

Lehrinhalte: 1. Teil:

- Normierte Räume, lineare Abbildungen in normierten Räumen
- Satz von Hahn-Banach
- Hilberträume, Orthogonalität
- Dualraum und Reflexivität, schwache Konvergenz
- Satz von Baire und Folgerungen
- optional: Topologische Grundlagen, Vervollständigung, L^p -Räume, Projektion auf konvexe Mengen

2. Teil: Im zweiten Teil werden Sobolevräume oder Operatoren genauer besprochen und das jeweils andere Thema überblicksartig vorgestellt.

- Sobolevräume
- abgeschlossene Operatoren
- Spektrum von Operatoren, Spektralsatz von selbstadjungierten Abbildungen
- optional: Distributionen

Arbeitsaufwand: 270 h

- Präsenzstudium (Vorlesung und Übung) $14 \times 4,5 \text{ h} = 63 \text{ h}$
- Vor- und Nachbereitung $14 \times 3 \text{ h} = 42 \text{ h}$
- Übungsaufgaben $14 \times 9 \text{ h} = 126 \text{ h}$
- Klausurvorbereitung: 39 h

Betreuung der Studierenden:

- 1 Dozent/Dozentin
- 1 Tutor/Tutorin (meist studentischer Mitarbeiter/studentische Mitarbeiterin) auf 15-20 Studierende

4.3 Wahlmodul Algebraische Zahlentheorie

Credits	Dauer	SWS	Modulnote	Einordnung
9	1 Semester	6	Klausur oder mündliche Prüfung	Wahlmodul im Master

Moduleinheiten:

- Algebraische Zahlentheorie

Lernziele:

Die Studierenden sind mit der Arithmetik ganzer Zahlen (auch in einfachen Integritätsbereichen algebraischer Zahlkörper) vertraut, kennen die Problematik diophantischer Gleichungen, haben Einblicke in die Primzahltheorie und kennen Anwendungen dieser Themen.

4.3.1 Moduleinheit Algebraische Zahlentheorie

Credits	Lehrform	Prüfungsleistung	Voraussetzung	Sprache
9	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung 4 SWS • Übung 2 SWS 	<ul style="list-style-type: none"> • Klausur oder mündliche Prüfung • erfolgreiche Teilnahme an den Übungen 	Analysis I, Basis- und Aufbaumodul Algebra	Deutsch

Empfohlenes Semester: ab 2. Semester Master

Zuständig: Dozenten des Schwerpunktes „Reelle Geometrie und Algebra“

Häufigkeit des Angebots: jährlich (Sommersemester)

Lehrinhalte:

- Algebraische Vorbereitungen: Noethersche Ringe und Moduln, Ganzheit, Norm und Spur
- Ganze algebraische Zahlen, Dedekindringe, eindeutige Faktorzerlegung in Primideale, Klassengruppe
- Minkowski-Theorie, Gitterpunktsatz, Abschätzungen für Norm und Diskriminante, Endlichkeit der Klassenzahl, Dirichletscher Einheitensatz
- Zerlegungstheorie von Primidealen in Erweiterungen, quadratische Zahlkörper, Kreisteilungskörper, quadratisches Reziprozitätsgesetz
- Anwendung auf die Fermatsche Vermutung

Arbeitsaufwand: 270 h

- Präsenzstudium (Vorlesung und Übung) $14 \times 4,5 \text{ h} = 63 \text{ h}$
- Vor- und Nachbereitung $14 \times 3 \text{ h} = 42 \text{ h}$
- Übungsaufgaben $14 \times 9 \text{ h} = 126 \text{ h}$
- Klausurvorbereitung: 39 h

Betreuung der Studierenden:

- 1 Dozent/Dozentin
- 1 Tutor/Tutorin (meist studentischer Mitarbeiter/studentische Mitarbeiterin) auf 15-20 Studierende

4.4 Wahlmodul Geometrie

Credits	Dauer	SWS	Modulnote	Einordnung
4,5	1 Semester	3	Klausur oder mündliche Prüfung	Wahlmodul im Master

Moduleinheiten:

- Geometrie für Lehramtskandidaten II
oder
- Algorithmische Algebraische Geometrie 2. Hälfte
oder
- Gewöhnliche Differentialgleichungen mit geometrischen Anwendungen 2. Hälfte

Zu den Inhalten der Algorithmischen Algebraischen Geometrie und der Gewöhnlichen Differentialgleichungen mit geometrischen Anwendungen siehe Modulhandbuch Mathe Bachelor - Vertiefungsmodule.

Lernziele:

Die Studierenden kennen moderne geometrische Methoden. Sie sehen Verbindungen der Geometrie zu anderen mathematischen Gebieten und können mithilfe der Wechselspiels geometrischer Erkenntnisse und Aussagen verwandter Gebiete mathematische Probleme analysieren und lösen.

4.4.1 Geometrie für Lehramtskandidaten II

Credits	Lehrform	Prüfungsleistung	Voraussetzung	Sprache
4,5	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung 2 SWS • Übung 1 SWS 	<ul style="list-style-type: none"> • Klausur oder mündliche Prüfung • erfolgreiche Teilnahme an den Übungen 	Basismodule, Geometrie für Lehramtskandidaten I	Deutsch

Empfohlenes Semester: ab 1. Semester Master

Zuständig: Dr. Florian Berchtold

Häufigkeit des Angebots: jährlich im Wintersemester

Lehrinhalte:

- Konstruierbarkeit
- Diskrete Geometrie

- Kegelschnitte
- Geometrische Topologie
- Transformationsgruppen

Arbeitsaufwand: 135 h

- Präsenzstudium (Vorlesung und Übung) $14 \times 3 + 7 \times 1,5 \text{ h} = 52,5 \text{ h}$
- Vor- und Nachbereitung $14 \times 1,5 \text{ h} = 21 \text{ h}$
- Übungsaufgaben $7 \times 6 \text{ h} = 42 \text{ h}$
- Klausurvorbereitung: 19,5 h

Betreuung der Studierenden:

- 1 Dozent/Dozentin
- 1 Tutor/Tutorin (meist studentischer Mitarbeiter/studentische Mitarbeiterin) auf 15-20 Studierende

4.5 Wahlmodul Stochastische Prozesse

Credits	Dauer	SWS	Modulnote	Einordnung
4,5	1 Semester	3	Klausur oder mündliche Prüfung	Wahlmodul im Master

Moduleinheiten:

- Stochastische Prozesse

Lernziele:

Die Vorlesung gibt eine Einführung in die Theorie der stochastischen Prozesse in diskreter und kontinuierlicher Zeit. Es werden Klassen von stochastischen Prozessen eingeführt welche sowohl für die Theorie, wie auch für Anwendungen von größter Bedeutung sind. Im Falle von diskreten Prozessen sind dies Markov Ketten und Martingale. Grundlegende Prozesse in stetiger Zeit sind die Brownsche Bewegung und der Poisson Prozess.

4.5.1 Moduleinheit Stochastische Prozesse

Credits	Lehrform	Prüfungsleistung	Voraussetzung	Sprache
4,5	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung 2 SWS • Übung 1 SWS als 4+2 Vorlesung in der zweiten Semesterhälfte 	<ul style="list-style-type: none"> • Klausur oder mündliche Prüfung • erfolgreiche Teilnahme an den Übungen 	Aufbaumodul Stochastik	Deutsch

Empfohlenes Semester: 4. Semester

Zuständig: Dozenten des Schwerpunktes „Stochastik“

Häufigkeit des Angebots: jährlich (Sommersemester, zweite Hälfte)

Lehrinhalte:

- Bedingte Erwartungswerte
- Markovketten: Rekurrenz und Transienz, Invariante Verteilungen
- Martingale: Doobsche Ungleichungen, Optional Stopping, Martingalkonvergenzsatz
- Konstruktion der Brownschen Bewegung.

Arbeitsaufwand: 135 h

- Präsenzstudium (Vorlesung und Übung) $14 \times 4,5 \text{ h} = 63 \text{ h}$
- Vor- und Nachbereitung $7 \times 3 \text{ h} = 21 \text{ h}$
- Übungsaufgaben $14 \times 4,5 \text{ h} = 63 \text{ h}$
- Klausurvorbereitung: 19,5 h

Betreuung der Studierenden:

- 1 Dozent/Dozentin
- 1 Tutor/Tutorin (meist studentischer Mitarbeiter/studentische Mitarbeiterin) auf 15-20 Studierende

4.6 Wahlmodul Partielle Differentialgleichungen I

Credits	Dauer	SWS	Modulnote	Einordnung
9	1 Semester	6	Schriftliche oder mündliche Prüfung	Wahlmodul im Master

Moduleinheiten:

- Theorie und Numerik partieller Differentialgleichungen I

Der Theorieteil nimmt die erste Semesterhälfte und der Numerikteil die zweite Semesterhälfte ein. Die Veranstaltungen sind auch als zwei getrennte Wahlmodule zu je 4,5 ECTS anrechenbar.

Lernziele:

Die Vorlesung gibt einen Überblick über theoretische und praktische Aspekte partieller Differentialgleichungen. Dabei stehen die Klassifikation der wichtigsten Typen und ihre Behandlung mit analytisch-theoretischen und numerischen Methoden und ihre jeweilige Anwendungsrelevanz im Vordergrund. Die Studierenden vertiefen ihre Programmierkenntnisse und lernen Programmpakete aus dem Bereich der finiten Elemente kennen.

4.6.1 Moduleinheit Theorie und Numerik partieller Differentialgleichungen I

Credits	Lehrform	Prüfungsleistung	Voraussetzung	Sprache
9	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung 4 SWS • Übung 2 SWS 	<ul style="list-style-type: none"> • Klausur oder mündliche Prüfung • erfolgreiche Teilnahme an den Übungen 	Basismodule, Aufbaumodul Analysis, Modul Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen, Modul Funktionalanalysis	Deutsch

Empfohlenes Semester: ab 1. Semester Master

Zuständig: Dozenten des Schwerpunktes „Analysis und Numerik“ und der Differentialgeometrie

Häufigkeit des Angebots: jährlich (Wintersemester)

Lehrinhalte:

- Lineare partielle Differentialgleichungen (PDG) erster Ordnung
- Typeinteilung für PDG zweiter Ordnung
- elliptische PDG (Perronsche Methode), hyperbolische PDG (Separationsansatz), parabolische PDG (klassische Lösungen, Maximumprinzip)
- Hilbertraummethode für elliptische, hyperbolische und parabolische PDG
- Finite Differenzenverfahren für elliptische Randwertprobleme
- Differenzenverfahren für parabolische Probleme, Linienmethode
- konservative Verfahren für hyperbolische Erhaltungsgleichungen
- Einführung in die Finite Elemente Methode
- Konsistenz, Stabilität, Konvergenz

Arbeitsaufwand: 270 h

- Präsenzstudium (Vorlesung und Übung) $14 \times 4,5 \text{ h} = 63 \text{ h}$
- Vor- und Nachbereitung $14 \times 3 \text{ h} = 42 \text{ h}$
- Übungsaufgaben $14 \times 9 \text{ h} = 126 \text{ h}$
- Klausurvorbereitung: 39 h

Betreuung der Studierenden:

- 1 Dozent/Dozentin
- 1 Tutor/Tutorin (meist studentischer Mitarbeiter/studentische Mitarbeiterin) auf 15-20 Studierende

4.7 Wahlmodul Praktische Mathematik

Credits	Dauer	SWS	Modulnote	Einordnung
4,5	1 Semester	3	Klausur oder mündliche Prüfung	Wahlmodul im Master

Moduleinheiten:

- Optimierung oder
- Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen

Lernziele:

- Im Anschluss an die einführende Vorlesung im Basismodul steht hier die vertiefte Einarbeitung in einen Bereich der Numerik im Mittelpunkt.
- Thematisch geht es um Prozesse, die in Naturwissenschaft, Technik und Wirtschaft eine zentrale Rolle spielen. Entsprechende Kenntnisse aus der Modellierungsvorlesung werden damit erweitert und vertieft.
- Ein Verständnis der vorgestellten numerischen Lösungsverfahren ist in vielen Berufsfeldern wichtig.
- In den Übungen werden Programmieraufgaben behandelt, in denen auch umfangreichere Aufgaben und Anwendungsbeispiele am Rechner umzusetzen sind, wobei auf eine aussagekräftige Dokumentation der Rechenergebnisse geachtet wird.
- Der für das praktische Arbeiten wichtigen Kompromiss zwischen Exaktheit und Effizienz wird vermittelt: In der Regel geht es darum, eine hinreichend gute Lösung in angemessener Zeit zu finden.

4.7.1 Moduleinheit Optimierung

Credits	Lehrform	Prüfungsleistung	Voraussetzung	Sprache
4,5	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung 2 SWS • Übung 1 SWS 	<ul style="list-style-type: none"> • Klausur oder mündliche Prüfung • erfolgreiche Teilnahme an den Übungen 	Basismodule	Deutsch

Empfohlenes Semester: 4. oder 6. Semester

Zuständig: Dozenten aus dem Bereich Numerik

Häufigkeit des Angebots: jährlich (Sommersemester)

Lehrinhalte:

- notwendige und hinreichende Optimalitätsbedingungen
- Abstiegsverfahren, Liniensuchalgorithmen, Konvergenzuntersuchungen
- Newton- und Quasi-Newton-Verfahren
- Optimalitätsbedingungen für restringierte Probleme

Arbeitsaufwand: 135 h

- Präsenzstudium (Vorlesung und Übung) $14 \times 3 + 7 \times 1,5 \text{ h} = 52,5 \text{ h}$
- Vor- und Nachbereitung $14 \times 1,5 \text{ h} = 21 \text{ h}$
- Übungsaufgaben $7 \times 6 \text{ h} = 42 \text{ h}$
- Klausurvorbereitung: 19,5 h

Betreuung der Studierenden:

- 1 Dozent/Dozentin
- 1 Tutor/Tutorin (meist studentischer Mitarbeiter/studentische Mitarbeiterin) auf 15-20 Studierende

4.7.2 Moduleinheit Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen

Credits	Lehrform	Prüfungsleistung	Voraussetzung	Sprache
4,5	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung 2 SWS • Übung 1 SWS 	<ul style="list-style-type: none"> • Klausur oder mündliche Prüfung • erfolgreiche Teilnahme an den Übungen 	Basismodule Analysis, Lineare Algebra und Praktische Mathematik	Deutsch

Empfohlenes Semester: 4. Semester oder 6. Semester

Zuständig: Dozenten aus dem Bereich Numerik

Häufigkeit des Angebots: jährlich (Sommersemester)

Lehrinhalte:

- Einführung in die numerische Lösung von Anfangs- und Randwertproblemen
- Konsistenz, Stabilität und Konvergenz
- praktische Umsetzung anhand von Programmierübungen

Arbeitsaufwand: 135 h

- Präsenzstudium (Vorlesung und Übung) $14 \times 3 + 7 \times 1,5 \text{ h} = 52,5 \text{ h}$
- Vor- und Nachbereitung $14 \times 1,5 \text{ h} = 21 \text{ h}$
- Übungsaufgaben $7 \times 6 \text{ h} = 42 \text{ h}$
- Klausurvorbereitung: 19,5 h

Betreuung der Studierenden:

- 1 Dozent/Dozentin
- 1 Tutor/Tutorin (meist studentischer Mitarbeiter/studentische Mitarbeiterin) auf 15-20 Studierende

5 Fachdidaktik

5.1 Fachdidaktik

Credits	Dauer	SWS	Modulnote	Einordnung
5	1 Semester	2	Prüfung und Vortrag in Form einer Unterrichtsstunde	Pflichtseminar

Moduleinheiten:

- Fachdidaktik I

Lernziele:

Die Studierenden erwerben Kenntnisse in den theoretischen Grundlagen der jeweiligen Fachdidaktik, die die Basis des im Bildungsplan anvisierten Kompetenzmodells bilden, lernen Methoden und zentrale Ergebnisse fachdidaktischer Forschung kennen und wenden diese Kenntnisse in unterrichtspraktischen Übungen an. Sie verstehen den Zusammenhang zwischen der erkenntnistheoretischen Fundierung des Fachs und seinem methodischen Zugriff auf die im Bildungsplan 2016 definierten prozessbezogenen Kompetenzen. Die theoretischen Erkenntnisse setzen sie in praktisches Handeln um, indem sie selbstständig Unterrichtssequenzen vorbereiten, diese im Micro-Teaching ausprobieren und ihre Erfahrungen in der Lehrveranstaltung reflektieren.

5.1.1 Fachdidaktik I

Credits	Lehrform	Prüfungsleistung	Voraussetzung	Sprache
5	Seminar	Gestalten einer Unterrichtseinheit und Klausur	Basismodul Bildungswissenschaft	Deutsch

Empfohlenes Semester: Semester 3-5

Zuständig: Dipl.-Math. Daniel Weißmüller

Häufigkeit des Angebots: jedes Semester

Lehrinhalte:

Wissenschaftspropädeutische Einführung:

- Fachdidaktik aus Wissenschaft (Theorie, Empirie, Pragmatik)
- Anknüpfung an die allgemeine Didaktik - übergreifende fachdidaktische Prinzipien (z.B. Handlungsorientierung)

- theoretische Grundlagen und (empirische) Forschung in der Fachdidaktik sowie ggf. den benachbarten Fachdidaktiken der Bereichsdidaktik

Praktische Übung:

- Phasen des Unterrichts
- didaktische Prinzipien (z.B. Multiperspektivität)
- Quellen, Schulbücher, Medien im Mathematikunterricht
- Planung von Unterricht
- Erprobung und Reflektion in der LV

Arbeitsaufwand:

- Präsenzzeit: 30 (eine LV) oder 60 (zwei LV) Stunden
- Vor- und Nachbereitung: 60 (eine LV) oder 30 (zwei LV) Stunden
- Vorbereitung der Sitzungen und Dokumentation: 30 Stunden

Betreuung der Studierenden: 1 Dozent/Dozentin

5.2 Fachdidaktik II

Credits	Dauer	SWS	Modulnote	Einordnung
5	1 Semester	2 SWS	Prüfung	Pflichtmodul

Moduleinheiten:

- Fachdidaktik II

Lernziele:

Die Studierenden bereiten selbständig Unterricht vor, erproben diesen (wenn möglich mit Schülerinnen und Schülern) und reflektieren dies im Seminar. Ein Schwerpunkt kann auf die Schulung der Medienkompetenz der Studierenden (Einsatz digitaler Medien im Unterricht) oder auf die Vermittlung der Prinzipien und Methoden sprachsensiblen Fachunterrichts gelegt werden. Die Studierenden vertiefen ihre unterrichtspraktischen Kompetenzen, indem sie in Arbeitsgruppen Unterrichtsstunden selbständig planen, durchführen und reflektieren. Hierbei rekurrieren sie auf ihre fachwissenschaftlichen Kenntnisse, nutzen ihr im Modul Fachdidaktik 1 erworbenes Grundwissen und wenden dies auf die konkrete Vorbereitung, Durchführung und Reflektion von Unterricht an. Die Veranstaltung kann als Begleitung des Schulpraxissemesters (SPS) in Kompaktform mit Blended Learning-Anteilen durchgeführt werden oder unabhängig vom SPS erfolgen.

5.2.1 Fachdidaktik II

Credits	Lehrform	Prüfungsleistung	Voraussetzung	Sprache
5	Seminar	Didaktische und methodische Analyse eines Unterrichtsentwurfs	Fachdidaktik I	Deutsch

Empfohlenes Semester: ab 1. Semester Master

Zuständig:**Häufigkeit des Angebots:** jedes Semester**Lehrinhalte:**

- Begleitung des SPS: Gezielte Arbeitsaufträge zur Unterrichtshospitation und -planung werden digital erledigt und kommentiert, im Unterricht ausprobiert und in einer Präsenzphase gemeinsam reflektiert.
- Außerhalb des SPS: Curricular relevante Themen werden fachwissenschaftlich fundiert für den Unterricht vorbereitet. Die Erprobung kann im Unterrichtslabor mit Schülerinnen und Schülern, an den Partnerschulen der BiSE oder im Kontext einer kombinierten Aus- und Fortbildungsveranstaltung erprobt und in der Lehrveranstaltung reflektiert werden.

Arbeitsaufwand:

- Präsenzzeit: 30 Stunden
- Vor- und Nachbereitung: 30 Stunden
- Planung und Durchführung der Unterrichtseinheit: 30 Stunden
- Erstellung der Dokumentation: 60 Stunden
- Einbindung eines Portfolios als Reflexions- und Dokumentationsmedium möglich

Betreuung der Studierenden: 1 Dozent/Dozentin**5.3 Fachdidaktik III**

Credits	Dauer	SWS	Modulnote	Einordnung
5	1 Semester	2	Prüfung	Pflichtmodul

Moduleinheiten:

- Fachdidaktik III

Lernziele:

Die Studierenden vertiefen ihre fachdidaktischen Kompetenzen, indem sie ein Thema mit Bezug zum Bildungsplan interdisziplinär und/oder fachwissenschaftlich erarbeiten und dabei verschiedene thematische Strukturierungskonzepte von Unterricht anwenden. Die Ergebnisse werden adressatengerecht aufbereitet und damit für den Unterricht nutzbar gemacht. Ein besonderer Fokus liegt auf dem Unterrichten in der Oberstufe im Hinblick auf die Abituranforderungen im Fach. In dem Modul ist eine produktorientierte Schwerpunktsetzung möglich, bei der die Studierenden neben den vertieften fachwissenschaftlichen und fachdidaktischen Kenntnissen bspw. mediendidaktische Kompetenzen erwerben (z.B. durch die adressatengerechte digitale Aufbereitung von Materialien).

5.3.1 Fachdidaktik III

Credits	Lehrform	Prüfungsleistung	Voraussetzung	Sprache
5	Seminar	Projektarbeit	Fachdidaktik I und II	Deutsch

Empfohlenes Semester: ab 2. Semester Master

Zuständig:

Häufigkeit des Angebots: jedes Semester

Lehrinhalte: Mögliche interdisziplinäre Zugänge:

- Binnendifferenzierung im Unterricht (Bildungswissenschaft: Inklusion/Heterogenität)
- Sprachsensibler Unterricht, z.B. mit dramapädagogischen Methoden
- Lernen und Lehren mit digitalen Medien (z.B. Tablets, multimediale Schulbücher, Umgang mit dem Internet)

Mögliche fachwissenschaftliche Vertiefung:

- Curricular relevantes Thema mit fachwissenschaftlicher Expertise für den Oberstufenunterricht aufbereiten

Projekt-/Produktorientierung (gemeinsames Ergebnis präsentieren):

- z.B. digitale Angebote erstellen (Aufbereitung von Materialien, Arbeitsaufträgen, Lehrerhandreichung, etc.)
- z.B. Buchpublikation, Präsentation, App für Smartphone

Arbeitsaufwand:

- Präsenzzeit: 30 Stunden
- Vor- und Nachbereitung/ Arbeit in der Gruppe: 60 Stunden
- Prüfungsleistung (z.B. Erstellung des Produkts): 60 Stunden

Betreuung der Studierenden: 1 Dozent/Dozentin